

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representation of  
The original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

=> s de3712004/pn  
L6 1 DE371200 PN

=> d ab

DE 3712004/PN

L6 ANSWER 1 OF 1 WPINDEX COPYRIGHT 2001 DERWENT INFORMATION LTD

AB GB 2189076 A UPAB: 19930922

Phosphor for an electroluminescent display comprises particles of size 0.1-2.5 micron consisting of: ZnS contg. 0.1-1.0wt. % Mn; a CuS coating on the particles; and a dielectric binder, the material contg. less than 6, pref. less than 3, esp. less than 2 micro-g. of water per g.

The phosphor particles are dehydrated pref. by freeze drying or by vacuum heating.

Electroluminescent matrix display panel comprises: a non-conductive, transparent substrate; a pattern of conductive transparent anodes on one side; a 15-40 micron thick layer of the above phosphor material formed obliquely over the anodes; and a pattern of cathodes applied to the phosphor pattern. A back cap is pref. then provided to seal the assembly in an inert gas, pref. a glass cap cemented with epoxy sealing in a dry He or Ar atmos.

ADVANTAGE - Phosphor has an enhanced useful life and a reduced tendency for 'further forming'.

2/3

AM

⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑪ **DE 37 12 004 A1** ✓

⑤ Int. Cl. 4:  
**C09K 11/02**  
C 09 K 11/54  
C 09 K 11/57  
H 05 B 33/14  
H 01 J 1/62  
G 09 F 13/22

⑳ Aktenzeichen: P 37 12 004.2  
㉔ Anmeldetag: 9. 4. 87  
㉕ Offenlegungstag: 5. 11. 87

**Behördenelgentum**

DE 37 12 004 A1

AM

⑳ Unionspriorität: ㉔ ㉕ ㉖  
09.04.86 US 849768

㉗ Anmelder:  
The Cherry Corp., Waukegan, Ill., US

㉘ Vertreter:  
Fleuchaus, L., Dipl.-Ing., 8000 München; Wehser, W.,  
Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 3000 Hannover

㉚ Erfinder:  
Glaser, David, El Paso, Tex., US

Vorlage	Ablage	21527N
Hauptkammer		
Eing.: 14. JUN 2000		
FA. Dr. Peter Hebling		
Beat:		

⑤④ Phosphoreszenzmaterial für Elektrolumineszenzanzeigen

Elektrolumineszenzanzeigefelder mit einem Phosphorpulver aus kupfersulfidüberzogenen ZnS:Mn-Partikeln, die in einem organischen dielektrischen Bindestoff enthalten sind, zeigen längere Lebensdauer, wenn das Phosphoreszenzmaterial dehydratisiert wird und einen Gehalt von weniger als 6 (vorzugsweise weniger als 3 oder 2) Mikrogramm Wasser pro Gramm Gesamtmenge an Phosphor und Bindestoff enthält. Gefriertrocknen ist ein bevorzugtes Verfahren, mit dem der Wassergehalt auf den gewünschten Wert herabgesetzt wird. Es wurde festgestellt, daß die Dehydratisierung zu einem Phosphoreszenzmaterial führt, dessen Qualitätseinbußen durch »weiteres Formieren« weniger ausgeprägt sind.

DE 37 12 004 A1

2764

## Patentsprüche

1. Phosphoreszenzmaterial für Elektrolumineszenzanzeigen, in dem enthalten sind:

- a) Phosphorpartikel mit einer Größe von ungefähr 0,1 bis ungefähr 2,5 Mikrometer und einem Gehalt an Mangan von ungefähr 0,1 bis ungefähr 1,0 Gew.%;
- b) ein Überzug aus Kupfersulfid auf den Phosphorpartikeln;
- c) ein dielektrischer Bindestoff;

dadurch gekennzeichnet,

daß weniger als 6 Mikrogramm Wasser pro Gramm Gesamtmenge Phosphor und Bindestoff enthalten sind.

2. Material nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß weniger als 3 Mikrogramm Wasser pro Gramm Gesamtmenge Phosphor und Bindestoff enthalten sind.

3. Material nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß weniger als 2 Mikrogramm Wasser pro Gramm Gesamtmenge Phosphor und Bindestoff enthalten sind.

4. Material nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß eine Dehydratisierung durch Gefriertrocknen erfolgt ist.

5. Material nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß eine Dehydratisierung durch gleichzeitiges Anwenden von Wärme und einem partiellen Vakuum erfolgt ist.

6. Elektrolumineszenzmatrixanzeigefeld, in dem enthalten sind:

- 1) ein transparentes flaches, elektrisch nichtleitendes Substrat (11);
- 2) eine Vielzahl von zueinander parallelen transparenten elektrisch leitfähigen Anoden (14), die auf eine Seite des Substrats (11) aufgebracht sind;
- 3) eine Phosphoreszenzschicht (15) mit einer Dicke von ungefähr 15 bis ungefähr 40 Mikrometer und einer Vielzahl von zueinander parallelen Phosphorelementen, die auf eine Seite des Substrats (11) über den Anoden (14) und unter einem Winkel dazu aufgebracht sind;
- 4) eine Vielzahl von zueinander parallelen elektrisch leitfähigen Kathoden (17), die jeweils über einem Phosphorelement (15) angeordnet sind;

dadurch gekennzeichnet, daß die Phosphoreszenzschicht (15) ein Material nach einem der Ansprüche 1 bis 5 enthält.

7. Anzeigefeld nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß eine rückwärtige Abdeckung (20) die Anoden (14), die Phosphorelemente (15) und die Kathoden (17) überdeckt und mit dem Substrat (11) eine dichte Verbindung bildet, um die Anoden, die Phosphorelemente und die Kathoden in einem Inertgas permanent einzuschließen.

8. Anzeigefeld nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die dichte Verbindung zwischen rückwärtiger Abdeckung (20) und Substrat (11) durch ein Epoxidharz mit geringer Ausgasung erfolgt.

9. Anzeigefeld nach einem der Ansprüche 7 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Inertgas trocken-

nes Helium oder Argon ist.

10. Anzeigefeld nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die rückwärtige Abdeckung (20) aus Aluminium besteht und keine der Kathoden oder Anoden berührt.

11. Anzeigefeld nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die rückwärtige Abdeckung (20) aus Glas besteht.

12. Ein Verfahren zur Herstellung eines Elektrolumineszenzmatrixanzeigefeldes, in dem die Schritte enthalten sind:

1) Auftragen einer Vielzahl von untereinander parallelen durchsichtigen elektrisch leitfähigen Anoden (14) auf eine Seite eines transparenten elektrisch nicht leitenden Substrats (11);

2) Herstellen eines homogenen Pulvers aus Zinksulfidkristallen mit einem Mangangehalt von ungefähr 0,1 bis ungefähr 1,0 Gew.% und Kristallkörnern mit einer Größe zwischen 0,1 und 2,5 Mikrometer;

3) Aufschlännen der Kristallkörner in einer wässrigen Lösung aus Kupfernitrat, um an der Oberfläche Zink durch Kupfer zu ersetzen und kupfersulfidüberzogene Partikel aus Zinksulfid:Mangan zu erzeugen;

4) Mischen eines dielektrischen Bindestoffes mit einer ausreichenden Menge eines Verdünners, bis der dielektrischen Bindestoff eine Viskosität aufweist, die es erlaubt, eine Mischung aus dem dielektrischen Bindestoff, dem Verdünnern und den kupfersulfidüberzogenen Zinksulfid:Mangan-Partikeln auf das Substrat (11) aufzutragen;

5) Mischen der Mischung aus dielektrischen Bindestoff und Verdünnern mit den kupfersulfidüberzogenen Zinksulfid:Mangan-Partikeln;

6) Auftragen der Mischung aus dielektrischem Bindestoffverdünner und kupfersulfidüberzogenen Zinksulfid:Mangan-Partikeln auf das Substrat (11) über die zueinander parallelen elektrisch leitfähigen Anoden (14) und in Streifen, die zueinander parallel verlaufen, aber einen Winkel zu den Anoden (14) bilden;

7) Verdampfen des Verdünners aus der Mischung aus dielektrischem Bindestoff, Verdünnern und kupfersulfidüberzogenen Zinksulfid:Mangan-Partikeln, um eine Reihe von Streifen aus dielektrischem Bindestoff und kupfersulfidüberzogenen Zinksulfid:Mangan-Partikeln zu erzeugen;

8) Auftragen von Kathoden (17), wobei jede Kathode über jedem Streifen aus dielektrischem Bindestoff und kupfersulfidüberzogenen Zinksulfid:Mangan-Partikeln liegt;

9) Anlegen eines ausreichenden Formierstroms durch die Kathoden, den dielektrischen Bindestoff und die kupfersulfidüberzogenen Zinksulfid:Mangan-Partikeln und die Anoden in einer trockenen Luftatmosphäre eines trockenen Gehäuses, um Abschnitte der Streifen aus organischem dielektrischen Bindestoff und kupfersulfidüberzogenen Zinksulfid:Mangan-Partikeln in eine Matrix aus elektrolumineszenten Pixeln (18) zu formieren;

gekennzeichnet durch die weiteren Schritte:

- 10) Einführen des Anzeigefeldes in eine Kammer, an die Vakuum angelegt und in die ein Inertgas eingeführt werden kann;
  - 11) Absenken der Temperatur des Anzeigefeldes in der Kammer auf weniger als  $-10^{\circ}\text{C}$ , um das Wasser in dem Anzeigefeld in Eis umzuwandeln;
  - 12) Anlegen eines partiellen Vakuums an die Kammer durch eine mit einem Schließventil versehene Vakuumleitung, um den Druck auf weniger als 25 Mikrometer Quecksilber absolut abzusinken, das Eis in dem Anzeigefeld zu sublimieren und das sublimierte Eis aus der Kammer zu entfernen, so daß Wasser aus dem Anzeigefeld entfernt wird;
  - 13) Aufrechterhalten des partiellen Vakuums, bis kein Wasser mehr aus dem Anzeigefeld entfernt wird;
  - 14) Schließen des Schließventils an der Vakuumleitung;
  - 15) Einführen eines Inertgases in die Kammer;
  - 16) Überdecken der Anoden (14), der Phosphorelemente (15) und der Kathoden (17) mit einer rückwärtigen Abdeckung (20), die mit einem Zement geringer Durchlässigkeit dicht mit dem Substrat (11) verbunden wird, um die Anoden, die Phosphorelemente und die Kathoden dauernd im Inertgas einzuschließen;
  - 17) Prüfen der Abdichtung zwischen rückwärtiger Abdeckung (20) und Substrat (11) auf Lecks; und
  - 18) Altern des Anzeigefeldes durch Anlegen eines Stroms durch die Kathoden, Pixel und Anoden zur Erzeugung von Phosphoreszenz unter normalen Betriebsbedingungen, bis das Verhalten der Pixel ausreichend gleichförmig ist.
13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatur des Anzeigefeldes in der Kammer auf weniger als  $-30^{\circ}\text{C}$  abgesenkt wird.
14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Druck auf weniger als 12 Mikrometer Quecksilber abgesenkt wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß das partielle Vakuum während ungefähr 20 bis 60 Minuten aufrechterhalten wird.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß das Inertgas trockenes Helium oder trockenes Argon ist.

#### Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Phosphoreszenzmaterial für Elektrolumineszenzanzeigen, ein Verfahren zur Herstellung des Materials und damit hergestellte Elektrolumineszenzanzeigen. Im einzelnen betrifft die Erfindung Verbesserungen der Phosphoreszenzschicht eines Elektrolumineszenzanzeigefeldes mit einem Phosphor aus Zinksulfidpulver, beispielsweise ein Matrixanzeigefeld oder ein segmentiertes Anzeigefeld, wobei ein derartiges Feld insbesondere für den Gleichstrombetriebsmodus vorgesehen ist; eine Anwendung in Anzeigefeldern mit Wechselstrombetriebsmodus ist jedoch auch

möglich.

Unter Elektrolumineszenz versteht man die Aussendung von Licht durch einen kristallinen Phosphor, an den ein elektrisches Feld angelegt wird. Ein häufig verwendetes Phosphormaterial ist Zinksulfid, das durch die Zugabe von weniger als einem Molprozent verschiedener Elemente in seine Gitterstruktur aktiviert wird, beispielsweise durch Mangan. Wenn ein derartiges Material dem Einfluß eines elektrischen Feldes ausreichender Stärke ausgesetzt wird, sendet es Licht mit einer Farbe aus, die charakteristisch ist für die Zusammensetzung des Phosphors. Zinksulfid, das mit Mangan aktiviert wurde (und als Zinksulfid:Mangan- oder  $\text{ZnS:Mn}$ -Phosphor bezeichnet wird), erzeugt ein angenehmes gelbliches Orange mit einem Schwerpunkt bei Wellenlängen von 585 Nanometer.

$\text{ZnS:Mn}$ -Phosphore zeichnen sich aus durch hohe Leuchtdichte, hohe Lichtausbeute und hohes Diskriminationsverhältnis sowie durch eine lange Benutzungslebensdauer. Die Leuchtdichte ist die Helligkeit oder die Lichtintensität bei Aktivierung durch ein elektrisches Feld und wird im allgemeinen in Lambert ausgedrückt, d. h. in Kandel pro  $\pi$  Quadratcentimeter oder in Fuß-Lambert, d. h. Kandel pro  $\pi$  Quadratfuß. Die Lichtausbeute ist das erzeugte Licht im Vergleich zu der von dem Gerät verbrauchten Leistung und wird im allgemeinen als Lumen pro Watt ausgedrückt. Das Diskriminationsverhältnis ist das Verhältnis der Leuchtdichte bei einer "Ein"-Spannung zur Leuchtdichte bei einer "Aus"-Spannung.

Ein weiter Farbbereich läßt sich erzielen, wenn Mangan durch andere Stoffe ersetzt oder ergänzt wird, beispielsweise durch Kupfer- oder Erdalkaliaktivatoren, oder wenn Zinksulfid durch andere ähnliche Phosphoreszenzmaterialien ersetzt oder ergänzt wird, beispielsweise durch Zinkselenid.

Phosphormaterialien können in eine breite Vielfalt von Elektrolumineszenzkonfigurationen geformt werden, um zahlreiche Funktionen zu erfüllen. Bei vielen Elektrolumineszenzgeräten ist die Elektrolumineszenzanzeige ein Feld, das in eine Matrix von individuell aktivierten Pixeln (Bildelementen) aufgeteilt ist.

Zwei hauptsächliche Untergruppen von Elektrolumineszenzgeräten sind die mit Wechselstrom- und die mit Gleichstrombetriebsmodus. Bei Gleichstromkonfigurationen fließen Elektronen aus einem äußeren Schaltkreis durch die Pixel im Anzeigefeld. Bei Wechselstromkonfigurationen sind die Pixel kapazitiv mit einem externen Schaltkreis gekoppelt.

Elektrolumineszenzgeräte werden außerdem mit Phosphorkonfigurationen hergestellt, die entweder ein Pulver sein können oder eine Dünnschicht. Pulverförmige Phosphore werden hergestellt, indem Pulverphosphorkristalle mit geeigneter Korngröße ausgefällt werden, das Pulver in einem lackähnlichen Träger gelöst wird und dann die Lösung auf ein Substrat aufgebracht wird, beispielsweise durch Sprühen, Drucken oder durch Aufstreichen. Dünnschichtphosphore läßt man durch Kondensation von Verdampfungsstoffen aufwachsen, beispielsweise mit Vakuumverdampfung, Kathodenzerstäubung oder chemischen Dampfniederschlagsverfahren (CVD).

Zwei Konfigurationen, bei denen die vorliegende Erfindung besonders gut angewandt werden kann, sind Elektrolumineszenzmatrixanzeigefelder und segmentierte Anzeigefelder mit Pulverphosphor, die im Gleichstrommodus betrieben werden sollen. Matrixanzeigefelder kommen für eine Vielzahl von Anwendungen in

Frage und können im allgemeinen Kathodenstrahlröhren (CRT) in allen deren Anwendungsgebieten ersetzen. Beispielsweise können Matrixanzeigefelder für Anwendungen wie Oszilloskope, Fernsehempfänger und Rechnermonitore herangezogen werden. Eine besonders vorteilhafte Anwendung für das Matrixanzeigefeld ist der Einsatz als Monitor bei einem Mikrocomputer oder einem Personal Computer. Durch den Wegfall einer Kathodenstrahlröhre kann ein Elektrolumineszenzmatrixanzeigefeld einen Personal Computer kompakter und damit leichter tragbar machen.

Segmentierte Anzeigefelder können beispielsweise als alphanumerische Anzeigen in Geräten verwendet werden wie beispielsweise Digitaluhren, Taschenrechnern und Benzinzapfsäulen, um Preis, abgegebene Menge und Rechnungsbetrag anzuzeigen.

Die Verwendung von Elektrolumineszenzmatrixanzeigefeldern als Monitor für Personal Computer und für verschiedene andere Anwendungsgebiete ist bekannt. Doch zeigen Elektrolumineszenzanzeigefelder nach einer gewissen Einsatzdauer verschiedene Ermüdungserscheinungen und müssen rechtzeitig ersetzt werden.

In der US-Patentanmeldung, Serial No. 7 52 317 vom 3. Juli 1985 ist ein "Phosphoreszenzmaterial für Elektrolumineszenzanzeige" beschrieben, das verglichen mit vorher bekannten Materialien eine höhere Benutzungsdauer aufweist. Aber selbst bei dem Material dieser Erfindung wurde festgestellt, das es in gewissem Maß einer "weiteren Formierung" unterworfen ist, d. h. der Formierprozeß setzt sich über den Punkt hinaus fort, der gewünscht wird, um Lumineszenz hervorzuheben, und führt zu verringerter Kapazität der Phosphorelemente, die mit dem Phosphoreszenzmaterial hergestellt wurden. Es ist daher wünschenswert, diese Tendenz zur "weiteren Formierung" weiter herabzusetzen.

Die vorliegende Erfindung stellt sich daher die Aufgabe, ein Elektrolumineszenzmaterial der eingangs genannten Art anzugeben, das in Elektrolumineszenzanzeigefeldern eingesetzt werden kann, die eine längere Benutzungsdauer aufweisen und insbesondere eine geringere Tendenz zur "weiteren Formierung" zeigen.

Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 gekennzeichnete Erfindung gelöst; ein Herstellungsverfahren für einen derartigen Phosphoreszenzstoff ist in Anspruch 12 gekennzeichnet und Anspruch 6 gibt eine Elektrolumineszenzanzeige an, die mit einem derartigen Stoff aufgebaut ist. Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Die hier vorgeschlagenen Phosphoreszenzstoffe weisen einen geringen Wassergehalt von 6 Mikrogramm oder weniger pro Gramm der Mischung aus Phosphor und Binder auf. Der Entzug von Wasser bis zu diesem Wert und darunter erfolgt vorzugsweise durch Gefriertrocknen, doch ist auch die gleichzeitige Anwendung von Wärme und einem partiellen Vakuum möglich. Gefriertrocknen hat jedoch den Vorteil, daß Wasser ohne Erhitzen entzogen werden kann. Eine Temperaturerhöhung kann zu einer Qualitätseinbuße der Phosphoreszenzelemente führen, beispielsweise, wenn unerwünschte chemische Reaktionen einsetzen. Man hat auch festgestellt, daß durch Gefriertrocknen Wasser entzogen werden kann, das durch alleiniges Erhitzen nicht ausgetrieben wird, ohne daß dabei die Qualität der Phosphorelemente leidet.

Die Dehydratation bis zu den angegebenen Werten liefert ein Phosphoreszenzmaterial, das geringere Neigung zur "weiteren Formierung" zeigt. Entsprechend

positive Eigenschaften zeigen auch die mit diesem Material hergestellten Elektrolumineszenzanzeigefelder.

Bei der Herstellung von Elektrolumineszenzanzeigen mit derartigen Phosphoreszenzstoffen werden dielektrische Bindestoffe verwendet, die entweder organischer Natur sein können, beispielsweise Nitrozellulose, oder anorganischer Natur, beispielsweise Zinnsulfid oder ein Keramikmaterial.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nun anhand von Zeichnungen näher erläutert; es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Perspektivdarstellung eines Elektrolumineszenzmatrixanzeigefeldes gemäß der Erfindung, bevor eine rückwärtige Abdeckung aufgebracht ist;

Fig. 2 eine vergrößerte Endansicht längs der Linie 2-2 in Fig. 1 des dort dargestellten Elektrolumineszenzmatrixanzeigefeldes mit Einzelheiten seines Aufbaus; und

Fig. 3 eine ähnliche Darstellung wie in Fig. 1, nachdem jedoch die rückwärtige Abdeckung aufgebracht wurde.

Die Stellung des in Fig. 1 dargestellten Elektrolumineszenzmatrixanzeigefeldes ist entgegengesetzt zur tatsächlichen Gebrauchsstellung, wie sie ein Betrachter wahrnehmen würde. Ein Teil des Feldes ist in Fig. 2 in einer Stellung dargestellt, die senkrecht ist zu der, wie sie ein Betrachter beim tatsächlichen Einsatz des Gerätes sehen würde.

Feld 10 besteht aus einem Substrat 11, auf dessen einer Seite verschiedene, im folgenden noch zu beschreibende Komponenten aufgebracht sind. Diese Komponenten erzeugen an den Schnittstellen zwischen den Komponenten und dem Substrat 11 Elektrolumineszenzeffekte. Das Elektrolumineszenzmatrixanzeigefeld ist so aufgebaut, daß es von einem Beobachter 12 durch das Substrat 11 längs der Sichtlinie 13 betrachtet wird.

Die allgemeine Struktur und die Betriebsweise von Elektrolumineszenzmatrixanzeigefeldern sind im Stand der Technik bekannt; Beispiele hierfür sind beschrieben in E. L. Tannas, "Electroluminescent Displays", Kapitel 8 in E. L. Tannas, Hrsg., "Flat-Panel Displays and CRTs" (1984); Vecht, US-Patent 37 31 353; Kirton et al., US-Patent 38 69 646; und Vecht et al., US-Patent 41 40 937. Eine weitere Beschreibung ist in den US-Patentanmeldung Serial No. 7 52 317 vom 3. Juli 1985 enthalten. Die folgende Erläuterung ist jedoch so aufgebaut, daß sie ein Verständnis der Erfindung auch ohne Bezugnahme auf den Stand der Technik erlaubt.

Substrat 11 ist transparent, eben und elektrisch nichtleitend. Die bevorzugten Materialien für Substrat 11 sind Glase, wie beispielsweise Natriumkalkglas und Borosilikatglas.

Eine Vielzahl von zueinander parallelen transparenten elektrisch leitfähigen Anoden 14 werden auf einer Seite des transparenten elektrisch nichtleitenden Substrats 11 aufgebracht. Die Anoden 14 können aus Zinnoxid oder aus Indiumzinnoxid bestehen.

Eine Phosphoreszenzschicht von ungefähr 15 bis 40 Mikrometer Dicke und vorzugsweise ungefähr 25 Mikrometer Dicke, in der eine Vielzahl von zueinander parallelen Phosphorelementen 15 enthalten ist, wird auf einer Seite des durchsichtigen elektrisch nichtleitenden Substrats über die transparenten elektrisch leitenden Anoden 14 aufgebracht. Die Auftragsrichtung der zueinander parallelen Phosphorelemente 15 ist schräg und vorzugsweise rechtwinklig zu den transparenten elektrisch leitfähigen Anoden 14.

Die Phosphorelemente 15 enthalten Phosphorparti-

gekennzeichnet durch die weiteren Schritte:

- 10) Einführen des Anzeigefeldes in eine Kammer, an die Vakuum angelegt und in die ein Inertgas eingeführt werden kann;
  - 11) Absenken der Temperatur des Anzeigefeldes in der Kammer auf weniger als  $-10^{\circ}\text{C}$ , um das Wasser in dem Anzeigefeld in Eis umzuwandeln;
  - 12) Anlegen eines partiellen Vakuums an die Kammer durch eine mit einem Schließventil versehene Vakuumleitung, um den Druck auf weniger als 25 Mikrometer Quecksilber absolut abzusinken, das Eis in dem Anzeigefeld zu sublimieren und das sublimierte Eis aus der Kammer zu entfernen, so daß Wasser aus dem Anzeigefeld entfernt wird;
  - 13) Aufrechterhalten des partiellen Vakuums, bis kein Wasser mehr aus dem Anzeigefeld entfernt wird;
  - 14) Schließen des Schließventils an der Vakuumleitung;
  - 15) Einführen eines Inertgases in die Kammer;
  - 16) Überdecken der Anoden (14), der Phosphorelemente (15) und der Kathoden (17) mit einer rückwärtigen Abdeckung (20), die mit einem Zement geringer Durchlässigkeit dicht mit dem Substrat (11) verbunden wird, um die Anoden, die Phosphorelemente und die Kathoden dauernd im Inertgas einzuschließen;
  - 17) Prüfen der Abdichtung zwischen rückwärtiger Abdeckung (20) und Substrat (11) auf Lecks; und
  - 18) Altern des Anzeigefeldes durch Anlegen eines Stroms durch die Kathoden, Pixel und Anoden zur Erzeugung von Phosphoreszenz unter normalen Betriebsbedingungen, bis das Verhalten der Pixel ausreichend gleichförmig ist.
13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatur des Anzeigefeldes in der Kammer auf weniger als  $-30^{\circ}\text{C}$  abgesenkt wird.
14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Druck auf weniger als 12 Mikrometer Quecksilber abgesenkt wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß das partielle Vakuum während ungefähr 20 bis 60 Minuten aufrechterhalten wird.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß das Inertgas trockenes Helium oder trockenes Argon ist.

#### Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Phosphoreszenzmaterial für Elektrolumineszenzanzeigen, ein Verfahren zur Herstellung des Materials und damit hergestellte Elektrolumineszenzanzeigen. Im einzelnen betrifft die Erfindung Verbesserungen der Phosphoreszenzschicht eines Elektrolumineszenzanzeigefeldes mit einem Phosphor aus Zinksulfidpulver, beispielsweise ein Matrixanzeigefeld oder ein segmentiertes Anzeigefeld, wobei ein derartiges Feld insbesondere für den Gleichstrombetriebsmodus vorgesehen ist; eine Anwendung in Anzeigefeldern mit Wechselstrombetriebsmodus ist jedoch auch

möglich.

Unter Elektrolumineszenz versteht man die Aussendung von Licht durch einen kristallinen Phosphor, an den ein elektrisches Feld angelegt wird. Ein häufig verwendetes Phosphormaterial ist Zinksulfid, das durch die Zugabe von weniger als einem Molprozent verschiedener Elemente in seine Gitterstruktur aktiviert wird, beispielsweise durch Mangan. Wenn ein derartiges Material dem Einfluß eines elektrischen Feldes ausreichender Stärke ausgesetzt wird, sendet es Licht mit einer Farbe aus, die charakteristisch ist für die Zusammensetzung des Phosphors. Zinksulfid, das mit Mangan aktiviert wurde (und als Zinksulfid:Mangan- oder  $\text{ZnS:Mn}$ -Phosphor bezeichnet wird), erzeugt ein angenehmes gelbliches Orange mit einem Schwerpunkt bei Wellenlängen von 585 Nanometer.

$\text{ZnS:Mn}$ -Phosphore zeichnen sich aus durch hohe Leuchtdichte, hohe Lichtausbeute und hohes Diskriminationsverhältnis sowie durch eine lange Benutzungslebensdauer. Die Leuchtdichte ist die Helligkeit oder die Lichtintensität bei Aktivierung durch ein elektrisches Feld und wird im allgemeinen in Lambert ausgedrückt, d. h. in Kandel pro  $\pi$  Quadratcentimeter oder in Fuß-Lambert, d. h. Kandel pro  $\pi$  Quadratfuß. Die Lichtausbeute ist das erzeugte Licht im Vergleich zu der von dem Gerät verbrauchten Leistung und wird im allgemeinen als Lumen pro Watt ausgedrückt. Das Diskriminationsverhältnis ist das Verhältnis der Leuchtdichte bei einer "Ein"-Spannung zur Leuchtdichte bei einer "Aus"-Spannung.

Ein weiter Farbbereich läßt sich erzielen, wenn Mangan durch andere Stoffe ersetzt oder ergänzt wird, beispielsweise durch Kupfer- oder Erdalkaliaktivatoren, oder wenn Zinksulfid durch andere ähnliche Phosphoreszenzmaterialien ersetzt oder ergänzt wird, beispielsweise durch Zinkselenid.

Phosphormaterialien können in eine breite Vielfalt von Elektrolumineszenzkonfigurationen geformt werden, um zahlreiche Funktionen zu erfüllen. Bei vielen Elektrolumineszenzgeräten ist die Elektrolumineszenzanzeige ein Feld, das in eine Matrix von individuell aktivierten Pixeln (Bildelementen) aufgeteilt ist.

Zwei hauptsächliche Untergruppen von Elektrolumineszenzgeräten sind die mit Wechselstrom- und die mit Gleichstrombetriebsmodus. Bei Gleichstromkonfigurationen fließen Elektronen aus einem äußeren Schaltkreis durch die Pixel im Anzeigefeld. Bei Wechselstromkonfigurationen sind die Pixel kapazitiv mit einem externen Schaltkreis gekoppelt.

Elektrolumineszenzgeräte werden außerdem mit Phosphorkonfigurationen hergestellt, die entweder ein Pulver sein können oder eine Dünnschicht. Pulverförmige Phosphore werden hergestellt, indem Pulverphosphorkristalle mit geeigneter Korngröße ausgefällt werden, das Pulver in einem lackähnlichen Träger gelöst wird und dann die Lösung auf ein Substrat aufgebracht wird, beispielsweise durch Sprühen, Drucken oder durch Aufstreichen. Dünnschichtphosphore läßt man durch Kondensation von Verdampfungsstoffen aufwachsen, beispielsweise mit Vakuumverdampfung, Kathodenzerstäubung oder chemischen Dampfniederschlagsverfahren (CVD).

Zwei Konfigurationen, bei denen die vorliegende Erfindung besonders gut angewandt werden kann, sind Elektrolumineszenzmatrixanzeigefelder und segmentierte Anzeigefelder mit Pulverphosphor, die im Gleichstrommodus betrieben werden sollen. Matrixanzeigefelder kommen für eine Vielzahl von Anwendungen in



Frage und können im allgemeinen Kathodenstrahlröhren (CRT) in allen deren Anwendungsgebieten ersetzen. Beispielsweise können Matrixanzeigefelder für Anwendungen wie Oszilloskope, Fernsehempfänger und Rechnermonitore herangezogen werden. Eine besonders vorteilhafte Anwendung für das Matrixanzeigefeld ist der Einsatz als Monitor bei einem Mikrocomputer oder einem Personal Computer. Durch den Wegfall einer Kathodenstrahlröhre kann ein Elektrolumineszenzmatrixanzeigefeld einen Personal Computer kompakter und damit leichter tragbar machen.

Segmentierte Anzeigefelder können beispielsweise als alphanumerische Anzeigen in Geräten verwendet werden wie beispielsweise Digitaluhren, Taschenrechnern und Benzinzapfsäulen, um Preis, abgegebene Menge und Rechnungsbetrag anzuzeigen.

Die Verwendung von Elektrolumineszenzmatrixanzeigefeldern als Monitor für Personal Computer und für verschiedene andere Anwendungsgebiete ist bekannt. Doch zeigen Elektrolumineszenzmatrixanzeigefelder nach einer gewissen Einsatzdauer verschiedene Ermüdungerscheinungen und müssen rechtzeitig ersetzt werden.

In der US-Patentanmeldung, Serial No. 7 52 317 vom 3. Juli 1985 ist ein "Phosphoreszenzmaterial für Elektrolumineszenzanzeige" beschrieben, das verglichen mit vorher bekannten Materialien eine höhere Benutzungslebensdauer aufweist. Aber selbst bei dem Material dieser Erfindung wurde festgestellt, das es in gewissem Maß einer "weiteren Formierung" unterworfen ist, d. h. der Formierprozeß setzt sich über den Punkt hinaus fort, der gewünscht wird, um Lumineszenz hervorzurufen, und führt zu verringerter Kapazität der Phosphorelemente, die mit dem Phosphoreszenzmaterial hergestellt wurden. Es ist daher wünschenswert, diese Tendenz zur "weiteren Formierung" weiter herabzusetzen.

Die vorliegende Erfindung stellt sich daher die Aufgabe, ein Elektrolumineszenzmaterial der eingangs genannten Art anzugeben, das in Elektrolumineszenzmatrixanzeigefeldern eingesetzt werden kann, die eine längere Benutzungslebensdauer aufweisen und insbesondere eine geringere Tendenz zur "weiteren Formierung" zeigen.

Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 gekennzeichnete Erfindung gelöst; ein Herstellungsverfahren für einen derartigen Phosphoreszenzstoff ist in Anspruch 12 gekennzeichnet und Anspruch 6 gibt eine Elektrolumineszenzanzeige an, die mit einem derartigen Stoff aufgebaut ist. Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Die hier vorgeschlagenen Phosphoreszenzstoffe weisen einen geringen Wassergehalt von 6 Mikrogramm oder weniger pro Gramm der Mischung aus Phosphor und Binder auf. Der Entzug von Wasser bis zu diesem Wert und darunter erfolgt vorzugsweise durch Gefriertrocknen, doch ist auch die gleichzeitige Anwendung von Wärme und einem partiellen Vakuum möglich. Gefriertrocknen hat jedoch den Vorteil, daß Wasser ohne Erhitzen entzogen werden kann. Eine Temperaturerhöhung kann zu einer Qualitätseinbuße der Phosphoreszenzelemente führen, beispielsweise, wenn unerwünschte chemische Reaktionen einsetzen. Man hat auch festgestellt, daß durch Gefriertrocknen Wasser entzogen werden kann, das durch alleiniges Erhitzen nicht ausgetrieben wird, ohne daß dabei die Qualität der Phosphoreszenzelemente leidet.

Die Dehydratation bis zu den angegebenen Werten liefert ein Phosphoreszenzmaterial, das geringere Neigung zur "weiteren Formierung" zeigt. Entsprechend

positive Eigenschaften zeigen auch die mit diesem Material hergestellten Elektrolumineszenzanzeigefelder.

Bei der Herstellung von Elektrolumineszenzanzeigen mit derartigen Phosphoreszenzstoffen werden dielektrische Bindestoffe verwendet, die entweder organischer Natur sein können, beispielsweise Nitrozellulose, oder anorganischer Natur, beispielsweise Zinnsulfid oder ein Keramikmaterial.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nun anhand von Zeichnungen näher erläutert; es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Perspektivdarstellung eines Elektrolumineszenzmatrixanzeigefeldes gemäß der Erfindung, bevor eine rückwärtige Abdeckung aufgebracht ist;

Fig. 2 eine vergrößerte Endansicht längs der Linie 2-2 in Fig. 1 des dort dargestellten Elektrolumineszenzmatrixanzeigefeldes mit Einzelheiten seines Aufbaus; und

Fig. 3 eine ähnliche Darstellung wie in Fig. 1, nachdem jedoch die rückwärtige Abdeckung aufgebracht wurde.

Die Stellung des in Fig. 1 dargestellten Elektrolumineszenzmatrixanzeigefeldes ist entgegengesetzt zur tatsächlichen Gebrauchsstellung, wie sie ein Betrachter wahrnehmen würde. Ein Teil des Feldes ist in Fig. 2 in einer Stellung dargestellt, die senkrecht ist zu der, wie sie ein Betrachter beim tatsächlichen Einsatz des Gerätes sehen würde.

Feld 10 besteht aus einem Substrat 11, auf dessen einer Seite verschiedene, im folgenden noch zu beschreibende Komponenten aufgebracht sind. Diese Komponenten erzeugen an den Schnittstellen zwischen den Komponenten und dem Substrat 11 Elektrolumineszenzeffekte. Das Elektrolumineszenzmatrixanzeigefeld ist so aufgebaut, daß es von einem Beobachter 12 durch das Substrat 11 längs der Sichtlinie 13 betrachtet wird.

Die allgemeine Struktur und die Betriebsweise von Elektrolumineszenzmatrixanzeigefeldern sind im Stand der Technik bekannt; Beispiele hierfür sind beschrieben in E. L. Tannas, "Electroluminescent Displays", Kapitel 8 in E. L. Tannas, Hrsg., "Flat-Panel Displays and CRTs" (1984); Vecht, US-Patent 37 31 353; Kirton et al., US-Patent 38 69 646; und Vecht et al., US-Patent 41 40 937. Eine weitere Beschreibung ist in den US-Patentanmeldungen Serial No. 7 52 317 vom 3. Juli 1985 enthalten. Die folgende Erläuterung ist jedoch so aufgebaut, daß sie ein Verständnis der Erfindung auch ohne Bezugnahme auf den Stand der Technik erlaubt.

Substrat 11 ist transparent, eben und elektrisch nichtleitend. Die bevorzugten Materialien für Substrat 11 sind Glase, wie beispielsweise Natriumkalkglas und Borosilikatglas.

Eine Vielzahl von zueinander parallelen transparenten elektrisch leitfähigen Anoden 14 werden auf einer Seite des transparenten elektrisch nichtleitenden Substrats 11 aufgebracht. Die Anoden 14 können aus Zinnoxid oder aus Indiumzinnoxid bestehen.

Eine Phosphoreszenzschicht von ungefähr 15 bis 40 Mikrometer Dicke und vorzugsweise ungefähr 25 Mikrometer Dicke, in der eine Vielzahl von zueinander parallelen Phosphorelementen 15 enthalten ist, wird auf einer Seite des durchsichtigen elektrisch nichtleitenden Substrats über die transparenten elektrisch leitenden Anoden 14 aufgebracht. Die Auftragsrichtung der zueinander parallelen Phosphorelemente 15 ist schräg und vorzugsweise rechtwinklig zu den transparenten elektrisch leitfähigen Anoden 14.

Die Phosphorelemente 15 enthalten Phosphorparti-



kel 16 (s. Fig. 2) mit einer Größe von ungefähr 0,1 bis ungefähr 2,5 Mikrometer sowie einen dielektrischen Binde-  
stoff. Die Phosphorpartikel 16 enthalten Zinksul-  
fid mit einem Gehalt von ungefähr 0,1 bis ungefähr 1%  
und vorzugsweise ungefähr 0,4 Gew.% Mangan; vor-  
zugsweise ebenfalls ungefähr 0,05 Gew.% Kupfer sowie  
einen Überzug aus Kupfersulfid auf den Phosphorparti-  
keln. Der dielektrische Binde-  
stoff ist gemäß einem be-  
vorzugten Ausführungsbeispiel organischer Natur und  
besteht beispielsweise aus Nitrozellulose. Wie oben er-  
wähnt, kann auch ein anorganischer Binde-  
stoff, wie bei-  
spielsweise Zinnsulfid oder ein keramisches Material  
verwendet werden.

Eine Vielzahl von untereinander parallelen elektrisch  
leitenden Kathoden 17, vorzugsweise aus Aluminium,  
wird über den Phosphorelementen 16 angeordnet, wo-  
bei jede Kathode 17 auf ein Phosphorelement 16 aufge-  
bracht wird. Mit der Angabe, daß die Phosphorelemente  
16 in Streifen aufgebracht werden und daß die Katho-  
den 17 über den Phosphorelementen 16 aufgebracht  
werden, soll die endgültige Konfiguration der  
Phosphorelemente 16 und die Position der Kathoden 17  
beschrieben werden, nicht aber die Reihenfolge, in der  
das Gerät aufgebaut wird. Zweckmäßigerweise werden  
die Phosphorteilchen und der Binde-  
stoff als eine Schicht  
aufgetragen und das Aluminium für die Kathoden 17 als  
zweite Schicht, um dann gleichzeitig sowohl die  
Phosphorelemente 16 als auch die Kathoden 17 auszu-  
bilden. Im Stand der Technik sind auch noch andere hier  
einsetzbare Verfahren bekannt, mit denen gleichzeitig  
individuelle Phosphorelemente und Elektroden ausge-  
bildet werden können.

Bei Auftragen des Binde-  
stoffes des Phosphors und  
der Kathoden können auch noch weitere Schritte  
durchgeführt werden, wie beispielsweise das Abgrenzen  
von Binder, Phosphor und Kathoden auf die gewünschte  
Größe, wenn sie beim Auftragen eine größere Fläche  
bedeckt haben, als für das fertige Anzeigefeld ge-  
wünscht, oder das Anbringen von Überbrückungsglie-  
dern zwischen den Kathoden und den Außenanschlüs-  
sen, mit denen diese verbunden werden sollen.

Später wird ein Strom durch die Kathoden 17 und die  
Anoden 14 geschickt, zuerst, um die Abschnitte der  
Streifen aus organischen dielektrischem Binde-  
stoff und der mit einem Kupfersulfidüberzug versehenen Zinksul-  
fid:Mangan-Partikel in eine Matrix aus Elektrolumines-  
zenzpixeln 18 zu formen und später diese Pixel 18 zur  
Lumineszenz anzuregen. Der Strom fließt in dem direk-  
testen Pfad zwischen den Kathoden 17 und den Anoden  
14, d. h. in den rechteckigen Spaltenteilen der Phosphor-  
elemente 15 innerhalb der Quadrate, deren eines Ende  
durch die Breite der Anoden 14 definiert ist und deren  
anderes Ende durch die Breite der Kathoden 17. Jeder  
derartige rechteckige, in einer Spalte liegende Teil der  
Phosphorelemente 15 stellt ein Pixel 18 dar. Jedes Pixel  
18 kann unabhängig zur Lumineszenz angeregt werden,  
und zwar durch Schaltungen, die im Stand der Technik  
bekannt sind, um jede Kombination der Kathoden 17  
und der Anoden 14 nach dem Zeitmultiplexverfahren zu  
adressieren.

Die Anoden 14 und die Kathoden 17 weisen vorzugs-  
weise einen ungefähren gegenseitigen Mittenabstand  
von 0,25 Millimeter auf, so daß sich eine Dichte von  
ungefähr 16 Pixel pro Quadratmillimeter ergibt oder  
1600 Pixel pro Quadratzentimeter.

Im folgenden werden die Schritte beschrieben, mit  
denen ein Elektrolumineszenzmatrixanzeigefeld 10 her-  
gestellt werden kann:

- 1) Auftragen einer Vielzahl von untereinander par-  
allelen transparenten und elektrisch leitfähigen  
Anoden 14, vorzugsweise aus Zinnoxid oder Indi-  
umzinnoxid auf eine Seite eines transparenten elek-  
trisch nichtleitenden Substrats 11, das vorzugswei-  
se aus Natriumkalkoder Borosilikatglas besteht;
- 2) Herstellen eines homogenen Pulvers aus Zink-  
sulfidkristallen mit ungefähr 0,1 bis ungefähr 1,0  
und vorzugsweise ungefähr 0,4 Gew.% Mangan  
und vorzugsweise ebenfalls ungefähr 0,05 Gew.%  
Kupfer, um Kristallkörner mit einer Größe zwis-  
chen 0,1 und 2,5 Mikrometer zu erhalten;
- 3) Aufschlänmen der Kristallkörner in einer wäss-  
rigen Salzlösung mit einem Salz, das aus der Grup-  
pe Kupferchlorid oder Kupfernitrat ausgewählt  
wurde, um dadurch an der Oberfläche Zink durch  
Kupfer zu ersetzen und Zinksulfid:Mangan-Parti-  
kel zu erhalten, die mit Kupfersulfid überzogen  
sind;
- 4) Mischen eines dielektrischen Binde-  
stoffes mit einer ausreichenden Menge eines Verdünners, um  
den dielektrischen Binde-  
stoff mit einer Viskosität  
einzustellen, die es erlaubt, eine Mischung aus di-  
elektrischem Binde-  
stoff, Verdünner und Zinksul-  
fid:Mangan-Partikel mit Kupfersulfidüberzug auf  
das transparente elektrisch nichtleitende Substrat  
aufzubringen;
- 5) Mischen der Mischung des dielektrischen Bin-  
destoffs und des Verdünners mit den kupfersulfid-  
überzogenen Zinksulfid:Mangan-Partikeln;
- 6) Auftragen der Mischung aus dielektrischem Bin-  
destoffverdünner und kupfersulfidüberzogenen  
Zinksulfid: Mangan-Partikeln auf das transparente  
elektrisch nichtleitende Substrat 11 über die paral-  
lelen transparenten elektrisch leitenden Anoden 14  
und in Streifen 15, die zueinander parallel verlau-  
fen, aber einen Winkel, und vorzugsweise einen  
rechten Winkel zu den parallelen transparenten  
elektrisch leitenden Anoden 14 bilden;
- 7) Verdampfen des Verdünners aus der Mischung  
aus dielektrischem Binde-  
stoff, Verdünner und kup-  
fersulfidüberzogenen Zinksulfid:Mangan-Parti-  
keln, um eine Reihe von Streifen 15 aus dielektri-  
schem Binde-  
stoff und kupfersulfidüberzogenen  
Zinksulfid:Mangan-Partikeln zurückzulassen;
- 8) Auftragen von Kathoden 17, so daß eine Katho-  
de über jeden Streifen 15 aus dielektrischem Bin-  
destoff und kupfersulfidüberzogenen Zinksul-  
fid:Mangan-Partikeln liegt;
- 9) Anlegen eines ausreichend starken Formier-  
stroms durch die Kathoden 17, den dielektrischen  
Binde-  
stoff und die kupfersulfidüberzogenen Zink-  
sulfid:Mangan-Partikeln und die Anoden 14 in ei-  
ner trockenen Luftatmosphäre und in einem trok-  
kenen Gefäß, um Abschnitte der Streifen aus di-  
elektrischem Binde-  
stoff und kupfersulfidüberzogenen  
Zinksulfid:Mangan-Partikeln in eine Matrix  
aus Elektrolumineszenzpixeln 18 zu formieren;
- 10) Einbringen des Feldes 10 in eine (nicht darge-  
stellte) Kammer, an die Vakuum angelegt und in die  
ein Inertgas eingeführt werden kann;
- 11) Absenken der Temperatur des Feldes 10 in der  
Kammer auf weniger als  $-10^{\circ}\text{C}$  und vorzugsweise  
weniger als  $-30^{\circ}\text{C}$ , um das Wasser im Feld 10 in  
Eis umzuwandeln;
- 12) Anlegen eines partiellen Vakuums an die Kam-  
mer durch eine (nicht dargestellte) Vakuumleitung  
mit einem Schließventil, um den Druck auf weniger

als 25 Mikrometer Quecksilbersäule und vorzugsweise weniger als 12 Mikrometer Quecksilbersäule abzusinken, und das Eis im Anzeigefeld zu sublimieren, und das sublimierte Eis aus der Kammer zu entfernen und so Wasser aus dem Anzeigefeld zu entfernen;

13) Aufrechterhalten des partiellen Vakuums, bis kein Wasser mehr aus dem Anzeigefeld entfernt wird, typischerweise während ungefähr 20 bis 60 Minuten;

14) Schließen des Schließventils in der Vakuumleitung;

15) Einführen eines Inertgases in die Kammer, vorzugsweise trockenes Helium oder Argon;

16) Versiegeln einer rückwärtigen Abdeckung 20 (s. Fig. 3) über den Anoden 14, den Phosphorelementen 15 und den Kathoden 17 mit dem Substrat 11 unter Verwendung eines Zements geringer Durchdringung, um die Anoden 14, die Phosphorelemente 15 und die Kathoden 17 permanent im Inertgas einzuschließen;

17) Prüfen der Dichtung zwischen rückwärtiger Abdeckung 20 und Substrat 11 auf Lecks; und

18) Altern des Feldes 10 durch Anlegen eines Stroms durch die Kathoden 17, die Pixel 18 und die Anoden 14, um unter normalen Betriebsbedingungen solange Phosphoreszenz zu erzeugen, bis das Verhalten der Pixel (Erzeugung von Phosphoreszenz in den verschiedenen Pixeln 18 bei Stromdurchgang) ausreichend gleichförmig ist, typischerweise während 1 bis 2 Stunden.

Weitere Einzelheiten zur Herstellung des Anzeigefeldes sind in der US-Patentanmeldung Serial No. 7 52 317 enthalten, auf die hier ausdrücklich Bezug genommen wird.

Das Aufbringen der rückwärtigen Abdeckungen und das Prüfen auf Lecks ist als solches im Stand der Technik bekannt.

Die rückwärtige Abdeckung 20 besteht vorzugsweise aus Aluminium und ist so aufgebracht, daß sie keinen elektrischen Kontakt zwischen irgendwelchen Kathoden 17 und Anoden 14 erzeugt. Die rückwärtige Abdeckung 20 kann auch aus Glas bestehen. Die rückwärtige Abdeckung 20 wird über die Anoden 14, die Phosphorelemente 15 und die Kathoden 17 gelegt und mit dem Substrat 11 abgedichtet, wobei ein Zement mit geringer Durchdringung Verwendung findet, beispielsweise ein Epoxidharz mit geringer Ausgasung, d. h. ein Harz, das während seiner Härtung nur unbedeutende Gasmengen abgibt. Ein geeigneter Zement ist der Epoxidharzklebstoff Bacon FA-1, der von Bacon Industries Inc. of Wattertown, Mass. und Irving, California verkauft wird.

Die Prüfung auf große Lecks kann beispielsweise erfolgen, indem das Anzeigefeld mit aufgebrachter rückwärtiger Abdeckung in warmes Wasser getaucht und das Auftreten von Bläschen beobachtet wird. Kleine Lecks lassen sich feststellen, wenn das abgedichtete Anzeigefeld in eine Vakuumkammer mit partiellem Vakuum gebracht wird, um zu prüfen, ob in der Kammer das Inertgas auftritt, das zur permanenten Einschließung der Anoden 14, der Phosphorelemente 15 und der Kathoden 17 verwendet wurde.

FIG. 1

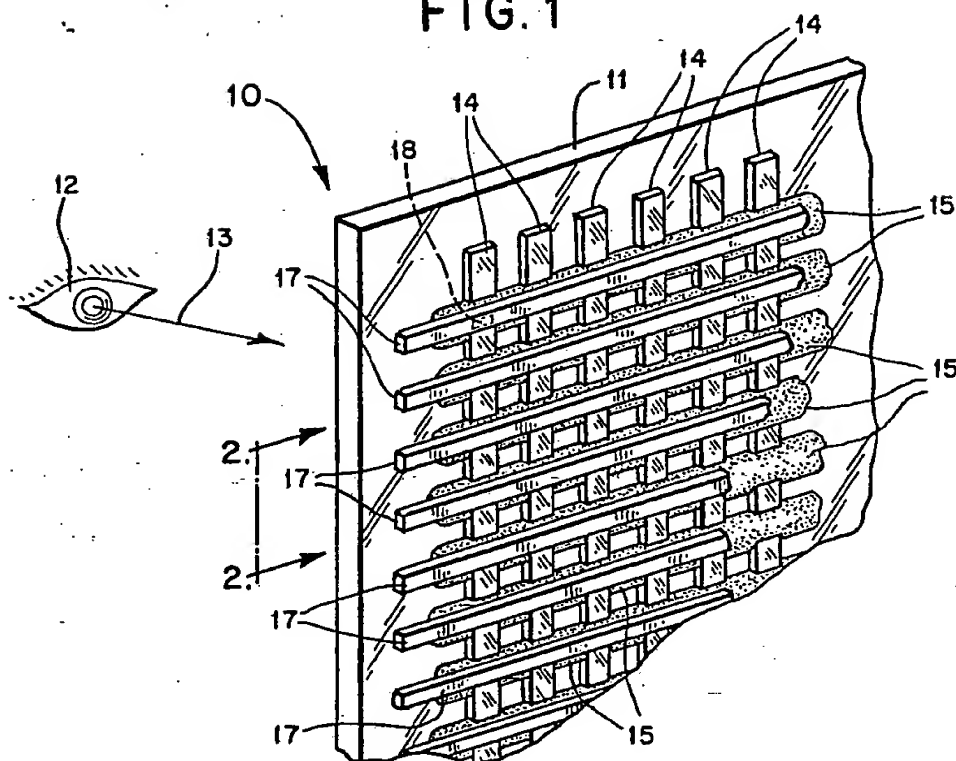


FIG. 2

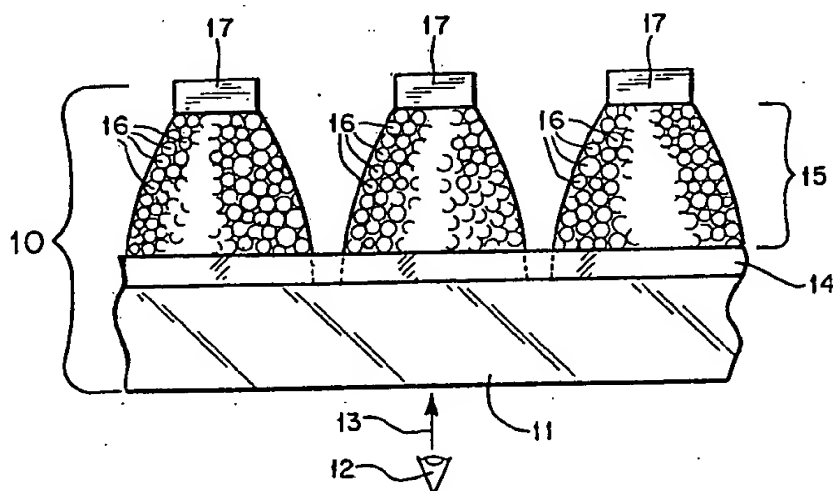


FIG. 3

